

Piotr Witkowski

**WARTOŚĆ RZEŻNA, JAKOŚĆ MIĘSA I WĘDLIN  
WYSOKOGATUNKOWYCH UZYSKANYCH OD  
TUCZNIKÓW MIESZAŃCÓW Z CHOWU MASOWEGO**

SLAUGHTER VALUE AND QUALITY OF MEAT AND QUALITY CURED  
MEATS OBTAINED FROM MASS-PRODUCED HYBRID PIGS

*Autoreferat rozprawy doktorskiej*

Lublin 2019



Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie  
Wydział Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki

Piotr Witkowski

**Wartość rzeźna, jakość mięsa i wędlin wysokogatunkowych  
uzyskanych od tuczników mieszańców z chowu masowego**

Slaughter value and quality of meat and quality cured meats obtained from mass-produced hybrid pigs

*Autoreferat rozprawy doktorskiej*

**Promotor:**

**Prof. dr. hab. Marek Babicz**

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

**Recenzenci:**

**Prof. dr hab. Grażyna Michalska**

Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy

**Dr hab. Ewa Skrzypczak**

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Lublin 2019



## Streszczenie

### Wartość rzeźna, jakość mięsa i wędlin wysokogatunkowych uzyskanych od tuczników mieszańców z chowu masowego

Celem pracy było określenie jakości tusz, przydatności technologicznej i konsumpcyjnej surowca rzeźnego oraz jakości wyprodukowanych z niego wędlin w odniesieniu do tuczników mieszańców wybranych ras świń o znanym genotypie w loci *MYOG* i *GH*. W doświadczeniu wykorzystano tuczniaki mieszańce ras: wielkiej białej polskiej, polskiej białej zwisłouchej, Duroc, Pietrain (grupa A) oraz Danish Large White, Danish Landrace, Duroc (grupa B).

Stwierdzono, że tuczniaki mieszańce z udziałem krajowych ras wbp i pbz charakteryzowały się wyższą wartością rzeźną oraz jakością wieprzowiny i wyprodukowanych wędlin. Badania polimorfizmu potwierdziły, że geny *MYOG* i *GH* mogą być wykorzystane w selekcji wspomaganiej markerami, jako czynniki genetyczne wyznaczające predyspozycje tuczników do produkcji mięsa o wysokiej jakości, pozwalającej na wyrób wędlin wysokogatunkowych.

**Słowa kluczowe:** tuczniaki mieszańce, gen *GH*, gen *MYOG*, wartość rzeźna, jakość mięsa, wędliny

## Summary

### Slaughter value and quality of meat and quality cured meats obtained from mass-produced hybrid fatteners

The aim of the research was to determine the quality of carcasses, technological and consumption usefulness of slaughter material and the quality of cured meats produced from it in relation to hybrid fatteners obtained from selected breeds of known genotype in *MYOG* and *GH* loci. In the experiment were used hybrid fatteners of the following breeds: Polish Large White, Polish Landrace, Duroc, Pietrain (group A) and Danish Large White, Danish Landrace, Duroc (group B).

It was found that hybrid fatteners with the participation of native PLW and PL breeds were characterized by higher slaughter value and quality of pork and meat products. The studies of polymorphism have confirmed that the *MYOG* and *GH* genes can be used in marker-assisted selection as genetic factors determining the predisposition of pigs to produce meat of high quality allowing the production of first-rate cured meats.

**Key words:** hybrid fatteners, *GH* gene, *MYOG* gene, slaughter value, meat quality, cured meats

## Spis treści

1. Wstęp .....	7
2. Cel pracy i hipotezy badawcze .....	7
3. Materiał i metody .....	8
4.1. Lokalizacja doświadczenia .....	8
4.2. Materiał doświadczalny .....	8
4.3. Ubój tuczników .....	8
4.4. Ocena wartości rzeźnej tuczników i wartości handlowej tusz.....	9
4.5. Ocena jakości mięsa surowego .....	9
4.5.1. Próby do badań laboratoryjnych .....	9
4.5.1.1. Wskaźniki fizyczne .....	9
4.5.1.2. Wskaźniki chemiczne .....	9
4.6. Produkcja i ocena wędlin.....	10
4.6.1. Produkcja wędlin.....	10
4.6.2. Ocena jakości wędlin .....	10
4.7. Metodyka badań molekularnych.....	10
4.8. Analiza statystyczna .....	11
5. Wyniki badań.....	11
5.1. Wskaźniki jakości tuszy .....	11
5.2. Wyniki dysekcji schabu i szynki .....	12
5.3. Ocena wartości handlowej tusz w klasie E.....	14
5.4. Właściwości fizyczne schabu i szynki.....	15
5.5. Właściwości chemiczne schabu i szynki .....	17
5.6. Cechy fizyczne i chemiczne produktu .....	20
5.7. Ocena organoleptyczna produktu .....	24
6. Stwierdzenia i wnioski.....	26
7. Literatura.....	27

## 1. Wstęp

Wieprzowina jest podstawowym gatunkiem mięsa spożywanym w Polsce. Średnia konsumpcja mięsa w kraju w okresie ostatnich dwóch dekad kształtowała się na poziomie około 70 kg na 1 mieszkańca, z czego 57% stanowiło mięso wieprzowe (Blicharski i in. 2015). Jest ono surowcem kulinarnym szczególnie preferowanym przez konsumentów ze względu na wysoką wartość odżywczą i walory sensoryczne, oraz w stosunku do tego niską cenę (Moskal i Michalska 2017).

Głównymi czynnikami genetycznymi wpływającymi na jakość technologiczną i konsumpcyjną mięsa wieprzowego jest rasa lub model krzyżowania, z jakiego pochodzi tucznik oraz, jak wynika z przeprowadzonych badań, genotyp zwierzęcia (Cebulska 2015, Florowski i in. 2007, Kurył i in. 2003, Siczowska i in. 2007).

Trwające od lat 90-tych XX wieku badania genomu świni przyniosły wymierne efekty w postaci wytypowania markerów genetycznych dla cech jakości tuszy i mięsa wieprzowego. Wśród nich, w grupie genów kandydujących, wymienia się gen hormonu wzrostu (*GH*), którego działanie wiąże się ze wzrostem i różnicowaniem komórek w procesie rozwoju mięśni szkieletowych (Knorr i in. 1997, Putnova i in. 2001). Ważnym markerem jest również gen miogeniny (*MYOG*) należący do rodziny *MyoD* odpowiedzialnej za procesy miogenezy (Frajman i in., 2008).

Wartość rzeźną i jakość mięsa można modelować stosując odpowiednie metody, w tym schematy krzyżowania towarowego, które wykorzystują genetycznie uwarunkowane właściwości rasowe knurów i loch. W wielu badaniach naukowych wykazano, że stosowanie trój- i czterorasowego krzyżowania przyczynia się nie tylko do wzrostu mięsności tuczników, ale również do poprawy jakości mięsa (Choi i in. 2014, Cebulska i in. 2010, Bocian i in. 2015, Grześkowiak i in. 2010). W tym aspekcie należy podkreślić, że krajowe rasy świń wykazują dobrą jakość surowca rzeźnego, co należy wykorzystać do produkcji mięsa kulinarnego i wędlin wysokogatunkowych (Blicharski i in. 2015).

## 2. Cel pracy i hipotezy badawcze

Celem pracy było określenie jakości tusz mieszańców wybranych ras świń krajowych i wysokoprodukcyjnych o znanym genotypie w loci *MYOG* i *GH*, przydatności technologicznej surowca rzeźnego oraz jakości konsumpcyjnej wyprodukowanych z niego wędlin.

Hipotezy badawcze:

- rasy wykorzystane w krzyżowaniu towarowym mają wpływ na jakość tuszy, surowca kulinarnego i wędlin,
- genotyp w loci *MYOG*, *GH* wykazuje asocjacje z wartością rzeźną tuczników, jakością mięsa i wędlin,
- rasa tuczników oraz procentowa zawartość mięsa w tuszach klasy E określa ich wartość handlową.

### 3. Materiał i metody

#### 3.1. Lokalizacja doświadczenia

Tuczniki doświadczalne utrzymywano w dwóch gospodarstwach specjalizujących się w masowej produkcji żywca wieprzowego:

gospodarstwo I - ferma zlokalizowana w Gorajcu, powiat lubaczowski, gmina Cieszanów, województwo podkarpackie;

gospodarstwo II - ferma położona w Lipowcu, powiat zamojski, gmina Szczepieszyn, województwo lubelskie.

#### 4.2. Materiał doświadczalny

Tuczniki uzyskano według następującego modelu krzyżowania:

grupa A: ♀ wielka biała polska × ♂ polska biała zwisłoucha = F1 ♀  
♀ Duroc × ♂ Pietrain = F1 ♂  
♀ F1 × ♂ F1 = tuczniki doświadczalne;

grupa B: ♀ Danish Large White (Yorkshire) × ♂ Danish Landrace = ♀ F1  
♀ F1 × ♂ Duroc = ♀ F2  
♀ F2 × ♂ X12 (♀ Danish Landrace × ♂ Duroc) = tuczniki doświadczalne.

Wybór modelu krzyżowania wynikał z oczekiwań producentów tuczników w Polsce wschodniej i południowo-wschodniej oraz wymagań zakładów mięsnych zlokalizowanych w tych regionach.

Analizą wartości rzeźnej objęto grupę 120 tuczników, z której każde gospodarstwo reprezentowało 60 mieszańców (stosunek płci 1:1).

Tuczniki utrzymywano w kojcach ściółkowych zgodnie z wymaganiami dobrostanu (Dz.U. 2010 nr 56 poz. 344 z późn. zm.). W każdym kójcu przebywało 10 osobników. Powierzchnia kójca była dostosowana do fazy wzrostu i rozwoju zwierząt i wynosiła 1,2 m<sup>2</sup>/szt. w okresie tuczu.

W gospodarstwach stosowano żywienie w systemie na sucho, do woli, mieszanką zawierającą komponenty żywieniowe bilansowane przez producenta w zależności od zapotrzebowania przez zwierzęta. W I etapie tuczu (od 30 kg do 70 kg) mieszanka zawierała 17,7% białka, 4,8% tłuszczu, 3,5% włókna oraz 13,4 MJ EM, w II (71 do 117 kg (±2kg) - 17,00% białka, 3,15% tłuszczu, 4,62% włókna oraz 12,99 MJ EM

#### 4.3. Uboj tuczników

Uboje tuczników przeprowadzono w Zakładzie Przetwórstwa Mięsnego (Tomaszów Lubelski) przy masie ciała wynoszącej 117 kg (±2kg). Tuczniki transportowano do zakładu przetwórstwa zgodnie ze standardami zawartymi w Rozporządzeniu Rady (WE) nr 1/2005 z dnia 24 grudnia 2004 r. w sprawie ochrony zwierząt podczas transportu i związanych z tym działań (Dz. U. UE L z 05.01.2005). Uboju zwierząt dokonywano w 2-4 godz. po przebyciu transportu, zgodnie z przepisami obowiązującymi w zakładzie z wykorzystaniem automatycznego oszłamiania elektrycznego i wykrwawianiem w pozycji wiszącej.



#### **4.4. Ocena wartości rzeźnej tuczników i wartości handlowej tusz**

Masę tusz ustalono na podstawie pomiarów dokonywanych za pomocą wagi umieszczonej na linii ubojowej, około 25 minut po rozpoczęciu czynności ubojowych. Procentową zawartość mięsa w tuszy określono przy wykorzystaniu aparatu CGM firmy SYDEL, kod: YXX20123.01.T01, którego głównym dystrybutorem i jednocześnie punktem serwisowym jest firma KOMENDER TECHNOLOGIES w Podkowie Leśnej. Pomiar wykonano metodą schabową (grubość słoniny i wysokość „oka” polędwicy mierzona w punkcie C<sub>7</sub>, tj. na wysokości ostatniego żeberka w odległości 7 cm od linii przecięcia tuszy na półtusze) z wyznaczeniem poszczególnych klas mięsności w systemie EUROP.

Po 24-godzinnym chłodzeniu w temp. 2-4°C prawe półtusze poddawano rozbirowi zgodnie z przepisami PN-86A/82002, wyodrębniając następujące części zasadnicze: schab, szynkę, łopatkę, polędwiczkę, boczek, żeberka paski, żeberka trójkąty, podgardle, słoninę, golonkę przednia, golonkę tylna, nogi (przednia i tylna), głowę, ogon, skórę.

Schab i szynkę poddano dysekcji uwzględniając ich masę: bez skóry (b/s), bez skóry i kości (b/s/k), bez skóry, kości i tłuszczu (b/s/k/t).

Masę części zasadniczych z rozbioru oraz elementów z dysekcji ustalano na wadze elektronicznej z dokładnością do 5 g, natomiast ich procentowy udział obliczano w stosunku do masy wychłodzonej półtuszy prawej.

Przyjmując aktualne ceny netto uzyskanych wyrębów ustalono wartość handlową tusz w klasie E uwzględniając procentową zawartość mięsa, tj. 56,0%, 57,0%, 58,0%, 59,0%. Ponadto obliczono wartość 5 najcenniejszych wyrębów: schabu b/s/k/t, szynki b/s/k/t, łopatki b/s/k/t, karkówki b/s/k/t, boczku oraz udział ich wartości w ogólnej wartości handlowej tuszy.

#### **4.5. Ocena jakości mięsa surowego**

##### **4.5.1. Próby do badań laboratoryjnych**

Próby do badań laboratoryjnych pobrano z polędwicy (*m. longissimus dorsi*) i szynki (*m. semimembranosus*) w celu określenia cech fizycznych i chemicznych.

##### **4.5.1.1. Wskaźniki fizyczne**

Pomiar pH polędwicy i szynki dokonano 45 minut oraz 24 godziny po uboju aparatem PH-Star CPU firmy Matthäus. Procentowy udział wody luźnej (WHC) określono metodą Grau'a i Hamma (1952) w modyfikacji Pohja i Niinivaary (1957).

##### **4.5.1.2. Wskaźniki chemiczne**

Pobrane próby polędwicy i szynki poddano homogenizacji. Używając analizatora mięsa FoodScanTM (FOOS), wykorzystującego spektrometrię transmisyjną w bliskiej podczerwieni (NIR), zgodnie z normą PN-A-82109 (2010) określono procentową zawartość: wody, białka ogółem, tłuszczu ogółem oraz kolagenu.

Wartość kaloryczną brutto (kJ 100 g<sup>-1</sup>) obliczono na podstawie zawartości białka ogólnego i tłuszczu, przyjmując dla 1g białka i tłuszczu następujące równoważniki energetyczne: 23,64 kJ i 39,54 kJ (FAO 1971).

## 4.6. Produkcja i ocena wędlin

### 4.6.1. Produkcja wędlin

Zgodnie z kolejnymi etapami produkcji i przygotowanymi recepturami wyprodukowano wędliny: „połędwicę tradycyjną szefa” oraz „szynkę tradycyjną szefa”.

Skład surowcowy wędlin:

„Połędwica tradycyjna szefa” - wieprzowa, niskowydajna, wędzona, parzona.

Skład: mięso wieprzowe (do wytworzenia 100g wyrobu gotowego użyto 125g surowca mięsnego), sól, pieprz czarny, liść laurowy, ziele angielskie, gorczyca, kolendra.

„Szynka tradycyjna szefa” - wieprzowa, niskowydajna, wędzona, parzona.

Skład: mięso wieprzowe (do wytworzenia 100g wyrobu gotowego użyto 125g surowca mięsnego), sól, pieprz czarny, liść laurowy, ziele angielskie, gorczyca, kolendra.

### 4.6.2. Ocena jakości wędlin

Ocenę wędlin przeprowadzono 48 godzin po ich wyprodukowaniu. Próby wędlin do oceny pobierano analogicznie jak w przypadku mięsa surowego. Zastosowano również identyczne metody określenia składu chemicznego (woda, białko ogółem, tłuszcz ogółem, kolagen).

Ocenę organoleptyczną wędlin przeprowadzono przy użyciu arkusza oceny (załącznik 1) w skali 1-5 pkt. W ocenie uwzględniono: wygląd zewnętrzny, barwę, zapach, konsystencję, smak, soczystość i ocenę ogólną. W ocenie wzięło udział 50 osób, w tym 25 kobiet i 25 mężczyzn w przedziale wiekowym 20-30 lat.

## 4.7. Metodyka badań molekularnych

Uzyskane wyniki dotyczące wartości rzeźnej i jakości mięsa surowego oraz wędlin zostały odniesione do genotypu analizowanych osobników. Badania genetyczne przeprowadzono w odniesieniu do tuczników mieszańców grupy A, ze względu na wykorzystanie w krzyżowaniu świń ras krajowych.

Uwzględniono dwa loci: gen hormonu wzrostu (*GH*) i gen miogeniny (*MYOG*).

Materiał biologiczny stanowiły próby tkanki mięśniowej połędwicy. Izolację DNA przeprowadzono przy użyciu gotowych zestawów firmy Qiagen: Dneasy® Blood & Tissue Kit, zgodnie z procedurą podaną przez producenta. Po izolacji DNA zawieszono w buforze TE (Tris-EDTA), sprawdzono spektrofotometrycznie jego stężenie i czystość przy długościach fali: 230, 260 i 280 nm (A260/A280 oraz A260/A230) na spektrofotometrze SmartSpec™ 3000 (BIO-RAD) oraz elektroforetycznie na 1,5% żelu agarozowym z bromkiem etydyny, jako znacznikiem fluorescencyjnym. Wyizolowane próby przechowywano w temperaturze -20°C do czasu dalszych analiz.

Reakcję PCR przeprowadzono w sterylnych probówkach o pojemności 0,2 ml z wykorzystaniem termocyklera PTC-200 Peltier Thermal Cycler (MJ Research). Sekwencje primerów (tabela 1) opracowano na podstawie danych literaturowych:

- gen hormonu wzrostu (*GH*) – Kirkpatrick (1992),
- gen miogeniny (*MYF4*) – Soumillion i in. (1997).

Syntezę sekwencji starterowych wykonano w firmach Genomed Sp. z o.o. oraz Sigma-Aldrich Sp. z o.o.

Tabela 1. Warunki reakcji PCR

Locus	Położenie w chromosomie	Enzym restykcyjny	Allel	Temperatura przyłączenia	Sekwencje primerów (5'→3')
<i>GH</i>	12p1.2-p1.5	HaeII	A – 506 B – 333,173	58°C	F 5'-GCCAAGTTTTAAATGTCCCTG-3' R 5'-CTGTCCCTCCGGGATGTAG-3'
<i>MYOG</i>	9q2.1-q2.6	MspI	A – 353 B – 219,134	60°C	F 5'-TCAGGAAGAACTGAAGGCTG-3' R 5'-GTTTCCTGGGGTGTTC-3'

Całkowita objętość mieszaniny reakcyjnej PCR dla każdej próby wynosiła 15  $\mu$ l i zawierała 7,5  $\mu$ l odczynnika REDTaq® ReadyMix™ PCR Reaction Mix (Sigma-Aldrich), 0,2  $\mu$ l (5  $\mu$ M) każdego z primerów (Sigma-Aldric/Genomed), 5,9  $\mu$ l wody wolnej od nukleaz (Sigma-Aldrich) oraz 1,2  $\mu$ l (20 ng/ $\mu$ l) DNA. Warunki termiczne dopracowano testowymi reakcjami PCR w gradiencie temperaturowym.

Do trawienia uzyskanych produktów PCR wykorzystano enzymy restykcyjne firm: BioLabs Inc. i PROMEGA. Rozdziału elektroforetycznego uzyskanego produktu PCR dla poszczególnych genów, po trawieniu enzymami restykcyjnymi, dokonano w żelu agarozowym (SIGMA).

#### 4.8. Analiza statystyczna

Analizę statystyczną przeprowadzono za pomocą oprogramowania SAS (version 9.4 by SAS Institute Inc. Cary, NC).

### 5. Wyniki badań

#### 5.1. Wskaźniki jakości tuszy

Jak wynika z danych zawartych w tabeli 2 wydajność rzeźna tuczników grupy A wynosiła 78,9% i była wyższa o 2,5% w porównaniu do grupy B. Mając na uwadze fakt, że różnica masy ubojowej obu grup tuczników wynosiła 3,1 kg mniejsze straty ubojowe zanotowano u mieszańców z udziałem ras wbp i pbz.

Tabela 2. Wartość rzeźna tusz tuczników mieszańców

Grupa		Masa ciała (kg)	Masa tuszy ciepłej (kg)	Masa tuszy zimnej (kg)	Wyd. rzeźna ciepła (%)	Wyd. rzeźna zimna (%)	Grubość słoniny (mm)	Wysokość „oka” polędwicy (mm)	Mięsność (%)
<b>A</b>	$\bar{x}$	118,3	93,3	91,5	78,9	77,2	17,93 <sup>a</sup>	66,1	57,1
	SD	8,41	7,2	6,97	2,8	2,1	5,48	2,7	3,6
<b>B</b>	$\bar{x}$	115,2	88,1	86,2	76,4	74,9	15,63 <sup>b</sup>	68,4	58,4
	SD	9,26	6,5	6,30	3,0	2,4	3,99	2,4	2,4

a, b – różnice istotne statystycznie przy  $P \leq 0,05$

Jak wykazano grubość słoniny i wysokość „oka” polędwicy u obu grup tuczników pozostawała na zróżnicowanym poziomie, a różnice zostały potwierdzone statystycznie w

przypadku otluszczenia (tabela 2). Grubszą o 2,3 mm słoniną charakteryzowały się mieszańce z udziałem ras krajowych. Natomiast wyższym „okiem” polędwicy charakteryzowały się mieszańce z udziałem ras duńskich.

W wyniku przeprowadzonych badań molekularnych wykazano szereg asocjacji pomiędzy polimorfizmem w *GH* i *MYOG* a parametrami umięśnienia i otluszczenia tusz. Jak stwierdzono najgrubszą słoniną cechowały się osobniki heterozygotyczne *GH* AB oraz *MYOG* AB (tabele 3 i 4). W przypadku genu hormonu wzrostu różnice pomiędzy skrajnymi wartościami (genotyp AB i AA) okazały się statystycznie istotne przy  $P \leq 0,05$ . W odniesieniu do wysokości „oka” polędwicy wykazano istotne różnice dla genu *MYOG* pomiędzy genotypami AB (64,1 mm) i AA (68,2 mm). Z kolei istotne zróżnicowanie mięsności zaobserwowano w locus *GH*. Homozygoty AA charakteryzowały się mięsnością na poziomie 58,6 % i była to wartość istotnie wyższa o 3,4% w porównaniu do heterozygot AB.

Tabela 3. Wskaźniki umięśnienia i otluszczenia tusz tuczników mieszańców w zależności od genotypu genu *GH*

Genotyp <i>GH</i>		Grubość słoniny (mm)	Wysokość „oka” polędwicy (mm)	Mięsność (%)
<b>AA</b>	$\bar{x}$	15,61 <sup>a</sup>	68,8	58,6 <sup>a</sup>
	SD	5,56	3,9	5,6
<b>BB</b>	$\bar{x}$	17,01 <sup>ab</sup>	67,4	56,7 <sup>ab</sup>
	SD	4,38	2,5	5,4
<b>AB</b>	$\bar{x}$	18,11 <sup>b</sup>	65,9	55,2 <sup>b</sup>
	SD	5,30	3,0	1,1

a, b – różnice istotne statystycznie przy  $P \leq 0,05$

Tabela 4. Wskaźniki umięśnienia i otluszczenia tusz tuczników mieszańców w zależności od genotypu genu *MYOG*

Genotyp <i>MYOG</i>		Grubość słoniny (mm)	Wysokość „oka” polędwicy (mm)	Mięsność (%)
<b>AA</b>	$\bar{x}$	16,60	68,2 <sup>a</sup>	57,9
	SD	4,27	3,48	2,3
<b>BB</b>	$\bar{x}$	17,18	66,9 <sup>b</sup>	57,4
	SD	4,58	5,19	2,9
<b>AB</b>	$\bar{x}$	17,40	64,1 <sup>a</sup>	57,0
	SD	2,03	3,47	2,01

a, b – różnice istotne statystycznie przy  $P \leq 0,05$

## 5.2. Wyniki dysekcji schabu i szynki

Jak wynika z danych zawartych w tabeli 5 masy całych wyrębów (schabu i szynki) pozyskanych od tuczników grupy A były istotnie ( $P \leq 0,05$ ) wyższe w porównaniu do tuczników grupy B. W odniesieniu do schabu i szynki analogiczne tendencje zanotowano odpowiednio w przypadku schabu bez skóry ( $P \leq 0,05$ ) oraz bez skóry i kości ( $P \leq 0,05$ ), jak też szynki bez skóry ( $P \leq 0,01$ ) oraz szynki bez skóry, kości i tłuszczu.

Analiza wyników dysekcji schabu i szynki w zależności od genotypu tuczników w locus *GH* wykazała, że najwyższą masą całego schabu charakteryzowały się heterozygoty AB

(tabela 6). Natomiast schabu bez skóry i kości homozygoty AA. Jakkolwiek różnice pomiędzy genotypami nie zostały potwierdzone statystycznie. W przypadku szynki odnotowano istotny ( $P \leq 0,05$ ) wpływ genotypu na masę szynki całej i szynki bez skóry, gdzie różnica pomiędzy genotypami AB i AA wyniosła odpowiednio 1,12 kg, oraz 0,83 kg. W odniesieniu do locus *GH* wykazano, że heterozygoty generalnie cechowały się najwyższą masą schabu i szynki w kolejnych etapach dysekcji tych wyrębów.

Analizując asocjacje masy schabu i szynki z polimorfizmem w locus miogeniny wykazano, że dla uzyskania wysokiej masy schabu w kolejnych etapach dysekcji najkorzystniejszym okazał się genotyp AA tuczników (tabela 7). W odniesieniu do szynki zanotowane różnice pomiędzy zestawem alleli AA i AB okazały się statystycznie istotne ( $P \leq 0,05$ ) dla szynki całej (różnica 0,87 kg) oraz szynki bez skóry (różnica 0,97 kg).

Tabela 5. Wyniki dysekcji schabu i szynki tuczników mieszańców

Grupa tuczników		Schab cały (kg)	Schab b/s (kg)	Schab b/s/k (kg)	Schab b/s/k/t (kg)	Szynka cała (kg)	Szynka b/s (kg)	Szynka b/s/k (kg)	Szynka b/s/k/t (kg)
A	$\bar{x}$	7,47 <sup>a</sup>	6,92 <sup>a</sup>	5,84 <sup>a</sup>	4,30	14,91 <sup>a</sup>	14,01 <sup>A</sup>	12,78	10,86 <sup>a</sup>
	<i>SD</i>	0,73	0,77	0,77	0,69	1,07	1,01	0,95	1,00
B	$\bar{x}$	6,52 <sup>b</sup>	5,88 <sup>b</sup>	4,90 <sup>b</sup>	4,07	12,86 <sup>b</sup>	11,88 <sup>B</sup>	11,01	9,60 <sup>b</sup>
	<i>SD</i>	0,61	0,49	0,48	0,39	0,73	0,60	0,69	0,58

a, b – różnice istotne statystycznie przy  $P \leq 0,05$ ; A, B – różnice istotne statystycznie przy  $P \leq 0,01$

Tabela 6. Wyniki dysekcji schabu i szynki w zależności od genotypu tuczników w locus *GH*

Genotyp <i>GH</i>		Schab cały (kg)	Schab b/s (kg)	Schab b/s/k (kg)	Schab b/s/k/t (kg)	Szynka cała (kg)	Szynka b/s (kg)	Szynka b/s/k (kg)	Szynka b/s/k/t (kg)
AA	$\bar{x}$	7,41	7,12	5,95	4,41	14,43 <sup>a</sup>	13,69	12,45 <sup>a</sup>	10,49
	<i>SD</i>	0,63	0,62	0,76	0,70	0,92	0,85	0,77	0,91
BB	$\bar{x}$	7,27	6,98	5,70	4,32	14,76 <sup>ab</sup>	13,92	12,68 <sup>ab</sup>	10,83
	<i>SD</i>	0,71	0,75	0,66	0,66	0,73	0,89	0,89	0,85
AB	$\bar{x}$	7,73	7,28	5,89	4,19	15,55 <sup>b</sup>	14,48	13,28 <sup>b</sup>	11,28
	<i>SD</i>	0,56	0,72	0,77	0,60	0,99	0,97	0,90	0,72

a, b – różnice istotne statystycznie przy  $P \leq 0,05$

Tabela 7. Wyniki dysekcji schabu i szynki w zależności od genotypu tuczników w locus *MYOG*

Genotyp <i>MYOG</i>		Schab cały (kg)	Schab b/s (kg)	Schab b/s/k (kg)	Schab b/s/k/t (kg)	Szynka cała (kg)	Szynka b/s (kg)	Szynka b/s/k (kg)	Szynka b/s/k/t (kg)
AA	$\bar{x}$	6,79	5,40	5,12	4,28	13,21 <sup>a</sup>	12,26 <sup>b</sup>	11,23	9,81
	<i>SD</i>	0,73	0,54	0,52	0,32	0,94	0,79	0,66	0,68
BB	$\bar{x}$	6,62	5,31	5,03	4,23	13,12 <sup>ab</sup>	12,10 <sup>b</sup>	11,31	9,87
	<i>SD</i>	0,79	0,58	0,35	0,40	0,99	0,68	0,54	0,82
AB	$\bar{x}$	6,01	5,18	4,57	3,72	12,34 <sup>b</sup>	11,29 <sup>a</sup>	10,49	9,14
	<i>SD</i>	0,59	0,46	0,36	0,30	0,74	0,58	0,41	0,62

a, b – różnice istotne statystycznie przy  $P \leq 0,05$

### 5.3. Ocena wartości handlowej tusz w klasie E

W tabelach 8 i 9 zamieszczono dane dotyczące wartości handlowej tusz tuczników mieszańców z grupy A i B. Stwierdzono, że wraz ze wzrostem mięsności tuszy o 1% w klasie E jej średnia wartość handlowa w przypadku tuczników grupy A wzrosła o 6,54 zł, natomiast w grupie B o 2,66 zł.

Przyjmując wartość pięciu wyrębów jako procentowy udział w ogólnej wartości tuszy stwierdzono, że w grupie A (tabela 8) stanowiły one od 80,61% (56% mięsa w tuszy) do 81,44 (58% mięsności) wartości tuszy. W grupie B (tabela 9) dane te kształtowały się na poziomie odpowiednio 77,35% (mięśność 56%) i 79,44% (mięśność 57%).

Tabela 8. Wartość handlowa wyrębów pochodzących z półtuszy tuczników grupy A

Wyręby	Cena (zł)	Mięśność półtuszy w klasie E							
		56,0%		57,0%		58,0%		59,0%	
		Masa (kg)	Wartość (zł)	Masa (kg)	Wartość (zł)	Masa (kg)	Wartość (zł)	Masa (kg)	Wartość (zł)
Schab b/s/k	15,28	5,48	83,73	5,55	84,80	5,65	86,33	6,02	91,99
Szynka b/s/k	11,29	11,80	133,22	11,95	134,92	12,89	145,53	13,40	151,29
Łopatka b/s/k	10,45	6,45	67,40	6,85	71,58	6,55	68,45	7,25	75,76
Karkówka b/s/k	14,39	2,65	38,13	2,70	38,85	2,75	39,57	2,75	39,57
Boczek	13,65	5,40	73,71	4,85	66,20	4,80	65,52	4,40	60,06
Połędwiczka	21,53	0,30	6,46	0,32	6,89	0,31	6,67	0,35	7,54
Żeberka paski	15,44	1,45	22,39	1,46	22,54	1,40	21,62	1,60	24,70
Żeberka trójkąty	9,24	0,95	8,78	0,90	8,32	1,10	10,16	1,20	11,09
Podgardle	7,19	1,00	7,19	1,25	8,99	1,05	7,55	1,20	8,63
Słonina	6,09	2,60	15,83	2,30	14,01	2,32	14,13	2,35	14,31
Głowa	3,1	2,00	6,20	2,00	6,20	2,00	6,20	2,10	6,51
Golonka przednia	8,4	0,65	5,46	0,55	4,62	0,60	5,04	0,60	5,04
Golonka tylna	8,4	1,85	15,54	1,60	13,44	1,60	13,44	1,55	13,02
Nogi	1,58	1,10	1,74	1,00	1,58	1,00	1,58	1,10	1,74
Ogon	3,89	0,50	1,95	0,45	1,75	0,37	1,44	0,45	1,75
Skóra	2,6	1,45	3,77	1,50	3,90	1,75	4,55	1,80	4,68
Razem									
Półtusza (kg)		45,63	491,50	45,23	488,59	46,14	497,78	48,12	517,67
5 wyrębów (kg)		31,78	396,2	31,90	396,36	32,64	405,4	33,82	418,67
5 wyrębów - % wartości półtuszy		80,61		81,12		81,44		80,87	

Tabela 9. Wartość handlowa wyrębów pochodzących z półtuszy tuczników grupy B

Wyręby	Cena (zł)	Mięśność półtuszy w klasie E							
		56%		57%		58%		59%	
		Masa (kg)	Wartość (zł)	Masa (kg)	Wartość (zł)	Masa (kg)	Wartość (zł)	Masa (kg)	Wartość (zł)
Schab b/s/k	15,28	4,76	72,73	5,01	76,55	5,13	78,39	5,21	79,61
Szynka b/s/k	11,29	10,43	117,75	10,85	122,50	11,28	127,35	11,41	128,82
Łopatką b/s/k	10,45	5,45	56,95	5,85	61,13	6,05	63,22	6,15	64,27
Karkówka b/s/k	14,39	2,10	30,22	1,85	26,62	1,80	25,90	1,70	24,46
Boczek	13,65	4,80	65,52	4,75	64,84	4,70	64,16	4,65	63,47
Polędwiczka	21,53	0,30	6,46	0,31	6,67	0,30	6,46	0,35	7,54
Żeberka paski	15,44	1,60	24,70	1,40	21,62	1,60	24,70	1,65	25,48
Żeberka trójkąty	9,24	0,95	8,78	0,90	8,32	0,95	8,78	0,95	8,78
Podgardle	7,19	1,70	12,22	1,45	10,43	1,50	10,79	1,35	9,71
Słonina	6,09	2,50	15,23	1,95	11,88	1,90	11,57	1,85	11,27
Głowa	3,10	2,20	6,82	2,00	6,20	2,00	6,20	2,00	6,20
Golonka przednia	8,40	0,40	3,36	0,55	4,62	0,55	4,62	0,50	4,20
Golonka tylna	8,40	1,45	12,18	1,35	11,34	1,30	10,92	1,30	10,92
Nogi	1,58	1,20	1,90	1,00	1,58	1,00	1,58	1,10	1,74
Ogon	3,89	0,50	1,95	0,50	1,95	0,55	2,14	0,45	1,75
Skóra	2,60	2,65	6,89	2,45	6,37	2,30	5,98	2,35	6,11
Razem									
Półtusza (kg)		42,99	443,66	42,17	442,60	42,91	452,75	42,97	454,31
5 wyrębów (kg)		27,54	343,18	28,31	351,64	28,96	359,02	29,12	360,63
5 wyrębów - % wartości tuszy		77,35		79,44		79,29		79,38	

#### 5.4. Właściwości fizyczne schabu i szynki

W tabelach 10 i 11 przedstawiono wartości pH mierzone w 45 min. i 24 godz. po uboju. Jak stwierdzono, zarówno w odniesieniu do schabu jak też szynki, wyższe pH było charakterystyczne dla tuczników mieszańców ras wbp, pbz, Duroc i Pietrain. Wykazane wielkości spadku tego parametru w badanych mięśniach schabu i szynki mieściły się w granicach przyjętych norm i wynosiły odpowiednio w grupie A: 0,72 i 0,74, natomiast w grupie B: 0,60 i 0,57.

Spośród analizowanych genotypów genu hormonu wzrostu najwyższe wartości pH<sub>45</sub> i pH<sub>24</sub> w schabie zanotowano dla homozygot AA. Natomiast w przypadku szynki pH<sub>45</sub> przybierało najwyższe wartości u homozygot BB, a pH<sub>24</sub> u homozygot AA. Jakkolwiek zaobserwowane różnice pomiędzy poszczególnymi układami alleli nie zostały potwierdzone statystycznie.

Analiza związków pomiędzy polimorfizmem w locus *MYOG* a logarytmem stężenia jonów wodorowych, analogicznie jak w locus *GH*, nie wykazała istotnych zależności, jakkolwiek najwyższe wartości pH<sub>45</sub> i pH<sub>24</sub> w schabie i szynce

zanotowano odpowiednio u genotypów AA oraz BB i AB. Natomiast najniższe odpowiednio dla układów alleli BB oraz AA.

Wskaźnik WHC, obliczany w doświadczeniu jako procent wody luźnej, okazał się najwyższy w polędwicy tuczników mieszańców grupy B. W przypadku tego wyrębu różnice pomiędzy grupami mieszańców wynosiły 0,57% i okazały się statystycznie nieistotne. Natomiast odnośnie szynki wykazano, że tuczniki grupy B charakteryzowały się procentowym udziałem wody luźnej na poziomie 16,56 i była to wartość istotnie wyższa o 1,23% w porównaniu do mieszańców grupy A.

Istotne asocjacje wykazano także pomiędzy polimorfizmem badanych genów a wartością WHC w schabie i szynce (tabele 12-15). W odniesieniu do genu hormonu wzrostu stwierdzono, że heterozygoty AB cechowały się niższym o 4,66 % udziałem wody luźnej ( $P \leq 0,05$ ) w porównaniu do homozygot AA. Natomiast w przypadku genu miogeniny zależności te dotyczyły schabu, gdzie najniższą wartość WHC odnotowano u homozygot BB. Wielkość tego parametru wynosiła 23,39% i była istotnie ( $P \leq 0,05$ ) niższa o 1,68% niż u genotypów AA.

Tabela 10. Właściwości fizyczne schabu tuczników mieszańców

Grupa tuczników		pH <sub>45</sub>	pH <sub>24</sub>	WHC
A	$\bar{x}$	6,37	5,65	21,70
	SD	0,32	0,16	2,85
B	$\bar{x}$	6,19	5,59	22,27
	SD	0,29	0,12	2,53

Tabela 11. Właściwości fizyczne szynki tuczników mieszańców

Grupa tuczników		pH <sub>45</sub>	pH <sub>24</sub>	WHC
A	$\bar{x}$	6,48	5,74	15,33 <sup>a</sup>
	SD	0,27	0,27	1,89
B	$\bar{x}$	6,26	5,69	16,56 <sup>b</sup>
	SD	0,27	0,23	2,18

a, b – różnice istotne statystycznie przy  $P \leq 0,05$

Tabela 12. Właściwości fizyczne schabu w zależności od genotypu tuczników w locus *GH*

Genotyp <i>GH</i>		pH <sub>45</sub>	pH <sub>24</sub>	WHC
AA	$\bar{x}$	6,35	5,68	23,98 <sup>A</sup>
	SD	0,36	0,16	1,96
BB	$\bar{x}$	6,33	5,66	22,18 <sup>AB</sup>
	SD	0,31	0,20	1,71
AB	$\bar{x}$	6,32	5,61	19,32 <sup>B</sup>
	SD	0,38	0,18	2,57

a, b – różnice istotne statystycznie przy  $P \leq 0,05$ ; A, B – różnice istotne statystycznie przy  $P \leq 0,01$



Tabela 13. Właściwości fizyczne szynki w zależności od genotypu tuczników w locus *GH*

Genotyp <i>GH</i>		pH <sub>45</sub>	pH <sub>24</sub>	WHC
AA	$\bar{x}$	6,36	5,73	15,51
	<i>SD</i>	0,27	0,21	1,89
BB	$\bar{x}$	6,51	5,66	16,70
	<i>SD</i>	0,25	0,19	1,54
AB	$\bar{x}$	6,39	5,68	16,07
	<i>SD</i>	0,27	0,17	2,27

Tabela 14. Właściwości fizyczne schabu w zależności od genotypu tuczników w locus *MYOG*

Genotyp <i>MYOG</i>		pH <sub>45</sub>	pH <sub>24</sub>	WHC
AA	$\bar{x}$	6,43	5,65	25,07 <sup>a</sup>
	<i>SD</i>	0,30	0,19	6,14
BB	$\bar{x}$	6,30	5,61	23,39 <sup>b</sup>
	<i>SD</i>	0,31	0,04	2,74
AB	$\bar{x}$	6,34	5,62	24,01 <sup>ab</sup>
	<i>SD</i>	0,27	0,17	4,67

a, b – różnice istotne statystycznie przy  $P \leq 0,05$

Tabela 15. Właściwości fizyczne szynki w zależności od genotypu tuczników w locus *MYOG*

Genotyp <i>MYOG</i>		pH <sub>45</sub>	pH <sub>24</sub>	WHC
AA	$\bar{x}$	6,34	5,69	16,58 <sup>a</sup>
	<i>SD</i>	0,18	0,30	2,62
BB	$\bar{x}$	6,37	5,74	14,45 <sup>b</sup>
	<i>SD</i>	0,33	0,24	1,89
AB	$\bar{x}$	6,49	5,72	15,31 <sup>ab</sup>
	<i>SD</i>	0,32	0,27	1,38

a, b – różnice istotne statystycznie przy  $P \leq 0,05$

### 5.5. Właściwości chemiczne schabu i szynki

W tabelach 16 i 17 zawarto wartości składu chemicznego oraz kaloryczności schabu i szynki tuczników. W odniesieniu do składników odżywczych nie wykazano istotnego wpływu grupy mieszańców, natomiast uzyskane wyniki pozwalają na wskazanie określonych zależności. Zawartość tłuszczu w schabie zawierała się w przedziale od 1,98% (grupa B) do 2,26% (grupa A), natomiast w szynce od 3,07% (grupa B) do 3,28% (grupa A). Z kolei udział białka kształtował się na poziomie od 22,41% (grupa B) do 23,61% (grupa A) w schabie oraz od 21,31% (grupa B) do 21,81% (grupa A) w szynce.

W badaniach własnych stwierdzono, że analizowane wyręby tuczników uzyskanych z krzyżowania loch wbp x pbz oraz knurów Duroc x Pietrain charakteryzowały się wyższym udziałem białka i tłuszczu odpowiednio o 1,20% i 0,28% (schab) oraz 0,50% i 0,21% (szynka) w porównaniu do tuczników mieszańców Danish Landrace, Danish Large White i Duroc. Miało to swoje bezpośrednie przełożenie na wartość energetyczną mięsa (tabela 16-17), która okazała się wyższa dla grupy A, przy czym różnice pomiędzy grupami wynosiły odpowiednio 39,64kJ (schab) oraz 19,84kJ (szynka).

Tabela 16. Skład chemiczny oraz wartość energetyczna schabu tuczników mieszańców

Grupa tuczników		Woda (%)	Tłuszcz (%)	Białko (%)	Kolagen (%)	Wartość energetyczna (kJ/100g)
A	$\bar{x}$	73,09	2,26	23,61	0,93	647,12
	<i>SD</i>	0,94	0,83	2,51	0,09	43,21
B	$\bar{x}$	73,89	1,98	22,41	1,03	607,48
	<i>SD</i>	0,94	0,63	2,38	0,09	36,7

Tabela 17. Skład chemiczny oraz wartość energetyczna szynki tuczników mieszańców

Grupa tuczników		Woda (%)	Tłuszcz (%)	Białko (%)	Kolagen (%)	Wartość energetyczna (kJ/100g)
A	$\bar{x}$	73,29	3,28	21,81	1,16	644,94
	<i>SD</i>	6,10	1,65	1,76	0,10	54,57
B	$\bar{x}$	73,81	3,07	21,31	1,36	625,10
	<i>SD</i>	5,10	1,83	1,76	0,10	62,19

Dane liczbowe przeprowadzonych badań molekularnych w aspekcie zależności pomiędzy polimorfizmem w loci *GH* i *MYOG* a wartością odżywczą schabu i szynki zawarto w tabelach 18-21. W przypadku genu hormonu wzrostu stwierdzono istotną asocjację w odniesieniu do udziału tłuszczu w analizowanych elementach tuszy (tabela 18-19). Wykazano najwięcej (2,66%) tego składnika w schabie tuczników heterozygotycznych, a zanotowana różnica ( $P \leq 0,05$ ) w porównaniu do homozygot AA wynosiła 0,69%. Z kolei w szynce wykazano odwrotną zależność, tj. największą zawartość tłuszczu (3,47%) zaobserwowano u tuczników *GH* AA, a statystycznie potwierdzona różnica ( $P \leq 0,05$ ) wynosiła 0,47% w porównaniu do tuczników *GH* AB. Tendencje te miały swoje przełożenie na wartość energetyczną ocenianych wyrębów, gdyż najwyższą kalorycznością schabu i szynki charakteryzowały się odpowiednio osobniki o układzie alleli AB (659,48 kJ) oraz AA (643,01 kJ).

Analizując analogiczne parametry odnośnie locus *MYOG* wykazano istotne asocjacje pomiędzy polimorfizmem tego genu a udziałem tłuszczu i wartością energetyczną schabu. Najwyższą zawartość tłuszczu oraz najwyższą kaloryczność wykazano dla genotypu BB. Wartości te wynosiły odpowiednio 2,71% oraz 661,05kJ i były istotnie ( $P \leq 0,05$ ) wyższe o 0,76% (genotyp AB) i 0,70% (genotyp AA) oraz 23,97kJ (genotyp AB) i 37,61kJ (genotyp AA).

Tabela 18. Skład chemiczny oraz wartość energetyczna schabu w zależności od genotypu tuczników w locus *GH*

Genotyp <i>GH</i>		Woda (%)	Tłuszcz (%)	Białko (%)	Kolagen (%)	Wartość energetyczna (kJ/100g)
AA	$\bar{x}$	72,54	1,97 <sup>a</sup>	23,96	0,97	644,15
	<i>SD</i>	6,38	0,62	2,17	0,19	72,15
BB	$\bar{x}$	72,74	2,43 <sup>ab</sup>	23,28	0,91	646,31
	<i>SD</i>	8,59	0,35	2,33	0,17	68,97
AB	$\bar{x}$	71,90	2,66 <sup>b</sup>	23,46	0,99	659,48
	<i>SD</i>	7,58	0,60	2,14	0,17	64,59

a, b – różnice istotne statystycznie przy  $P \leq 0,05$

Tabela 19. Skład chemiczny oraz wartość energetyczna szynki w zależności od genotypu tuczników w locus *GH*

Genotyp <i>GH</i>		Woda (%)	Tłuszcz (%)	Białko (%)	Kolagen (%)	Wartość energetyczna (kJ/100g)
AA	$\bar{x}$	73,96	3,47 <sup>a</sup>	21,40	1,21	643,01
	<i>SD</i>	5,07	1,14	1,66	0,11	68,98
BB	$\bar{x}$	74,07	3,32 <sup>ab</sup>	21,56	1,35	641,08
	<i>SD</i>	6,76	1,45	1,72	0,09	64,27
AB	$\bar{x}$	74,17	3,00 <sup>b</sup>	21,89	1,20	636,12
	<i>SD</i>	6,29	1,62	1,79	0,11	58,75

a, b – różnice istotne statystycznie przy  $P \leq 0,05$

Tabela 20. Skład chemiczny oraz wartość energetyczna schabu w zależności od genotypu tuczników w locus *MYOG*

Genotyp <i>MYOG</i>		Woda (%)	Tłuszcz (%)	Białko (%)	Kolagen (%)	Wartość energetyczna (kJ/100g)
AA	$\bar{x}$	73,45	2,01 <sup>b</sup>	23,02	1,01	623,44 <sup>a</sup>
	<i>SD</i>	6,72	0,64	2,15	0,09	65,19
AB	$\bar{x}$	72,87	1,95 <sup>b</sup>	23,69	1,04	637,18 <sup>ab</sup>
	<i>SD</i>	6,95	0,77	2,66	0,10	71,23
BB	$\bar{x}$	72,06	2,71 <sup>a</sup>	23,43	0,95	661,05 <sup>b</sup>
	<i>SD</i>	7,29	2,02	2,30	0,10	61,02

a, b – różnice istotne statystycznie przy  $P \leq 0,05$

Tabela 21. Skład chemiczny oraz wartość energetyczna szynki w zależności od genotypu tuczników w locus *MYOG*

Genotyp <i>MYOG</i>		Woda (%)	Tłuszcz (%)	Białko (%)	Kolagen (%)	Wartość energetyczna (kJ/100g)
AA	$\bar{x}$	73,72	3,06	21,37	1,25	626,24
	<i>SD</i>	5,01	1,97	1,51	0,18	81,00
AB	$\bar{x}$	73,14	3,12	22,24	1,37	649,05
	<i>SD</i>	5,45	1,58	1,82	0,12	83,89
BB	$\bar{x}$	74,12	3,19	20,79	1,20	616,98
	<i>SD</i>	5,52	1,34	1,32	0,11	70,71

## 5.6. Cechy fizyczne i chemiczne produktu

Jak wynika z danych liczbowych zawartych w tabeli 22 wartości pH wyprodukowanych wędlin, tj. polędwicy i szynki pozostawały na zbliżonym poziomie 5,85 - 6,05, niezależnie od grupy tuczników, z których pozyskano surowiec do produkcji wyrobów. Udział wody luźnej wykazywał zróżnicowanie wynoszące około 1% pomiędzy grupami mieszańców w obrębie danego wyrobu. Natomiast pomiędzy rodzajami wędlin, ale w obrębie grup, zanotowano nieco większe różnice na średnim poziomie około 2,68 %. Niższą wartością WHC wędzonek charakteryzowały się tuczniki mieszańce z udziałem rasy wielkiej białej polskiej i polskiej białej zwiślouchej.

Tabela 22. Wartość cech fizycznych wyprodukowanych wędlin w zależności od grupy tuczników

Wyszczególnienie		pH	WHC
Polędwica			
Grupa A	$\bar{x}$	5,96	17,5
	SD	0,25	0,09
Grupa B	$\bar{x}$	5,85	18,2
	SD	0,21	0,12
Szynka			
Grupa A	$\bar{x}$	5,98	14,69
	SD	0,20	0,17
Grupa B	$\bar{x}$	6,05	15,67
	SD	0,24	0,14

Analiza wartości wskaźników fizycznych i polimorfizmu badanych genów (tabele 23-26) wykazała istotne zależności jedynie dla genu GH w odniesieniu do procentowego udziału wody luźnej. Jak stwierdzono szynka wyprodukowana z surowca pozyskanego z tuczników homozygot AA w locus *GH* charakteryzowała się niższą wartością WHC w porównaniu do heterozygot. Różnica wynosiła 1,75% i okazała się statystycznie istotna ( $P \leq 0,05$ ).

Tabela 23. Wartość cech fizycznych polędwicy wędzonej w zależności od genotypu w locus *GH*

Genotyp <i>GH</i>		pH	wodochłonność
AA	$\bar{x}$	5,95	17,10
	SD	0,15	0,11
AB	$\bar{x}$	6,10	16,00
	SD	0,25	0,12
BB	$\bar{x}$	5,97	16,50
	SD	0,19	0,10

Tabela 24. Wartość cech fizycznych szynki wędzonej w zależności od genotypu w locus *GH*

Genotyp <i>GH</i>		pH	Wodochłonność
AA	$\bar{x}$	5,97	13,62 <sup>a</sup>
	SD	0,14	0,10
AB	$\bar{x}$	6,11	15,37 <sup>b</sup>
	SD	0,18	0,12
BB	$\bar{x}$	6,07	14,81 <sup>ab</sup>
	SD	0,20	0,11

a, b – różnice istotne statystycznie przy  $P \leq 0,05$

Tabela 25. Wartość cech fizycznych polędwicy wędzonej w zależności od genotypu w locus *MYOG*

Genotyp <i>MYOG</i>		pH	Wodochłonność
AA	$\bar{x}$	5,98	18,15
	SD	0,21	0,14
AB	$\bar{x}$	6,01	17,15
	SD	0,17	0,12
BB	$\bar{x}$	6,12	17,65
	SD	0,22	0,12

Tabela 26. Wartość cech fizycznych szynki wędzonej w zależności od genotypu w locus *MYOG*

Genotyp		pH	Wodochłonność
AA	$\bar{x}$	5,94	14,93
	SD	0,14	0,10
AB	$\bar{x}$	6,15	15,82
	SD	0,19	0,11
BB	$\bar{x}$	6,12	14,15
	SD	0,21	0,12

W tabeli 27 przedstawiono wartość odżywczą wędlin wyprodukowanych z tuczników mieszańców objętych doświadczeniem. Analiza porównawcza uzyskanych wyników wykazała zbliżony skład chemiczny i wartość energetyczną polędwicy i szynki w odniesieniu do grup mieszańców. Jakkolwiek różnice były niewielkie to jednak można było wykazać pewne tendencje. Zarówno polędwica wędzona, jak też szynka wędzona pozyskane z surowca mięsnego grupy A w porównaniu do grupy B charakteryzowały się wyższą zawartością tłuszczu i białka odpowiednio o 0,17% i 0,25% oraz 0,32% i 0,68%. Z uwagi na wykorzystanie tych parametrów jako składowych wartości energetycznej, również kaloryczność wędlin grupy A okazała się wyższa w porównaniu do grupy B odpowiednio o 12,21kJ i 28,71kJ.

Tabela 27. Skład chemiczny oraz wartość energetyczna wędlin w zależności od grupy tuczników mieszańców

Wyszczególnienie		Woda (%)	Tłuszcz (%)	Białko (%)	Kolagen (%)	Wartość energetyczna (kJ/100g)
Polędwica						
Grupa A	$\bar{x}$	66,43	3,35	29,23	0,49	823,32
	SD	3,47	0,42	0,74	0,09	92,55
Grupa B	$\bar{x}$	66,57	3,18	28,98	0,59	811,11
	SD	3,30	0,37	0,73	0,11	84,24
Szynka						
Grupa A	$\bar{x}$	68,97	4,15	26,54	0,58	791,52
	SD	3,43	0,40	0,64	0,12	93,00
Grupa B	$\bar{x}$	68,60	3,83	25,86	0,74	762,81
	SD	3,41	0,35	0,67	0,10	100,18

Wykazano istotne zależności pomiędzy polimorfizmem genu hormonu wzrostu i miogeniny a zawartością niektórych składników chemicznych. W odniesieniu do locus *GH* stwierdzono najwyższą zawartość tłuszczu w polędwicy dla genotypu AB. Wynosiła ona 3,63% i była statystycznie istotnie wyższa ( $P \leq 0,05$ ) o 0,85% w porównaniu do homozygot AA (tabela 28).

Analiza danych dotyczących szynki pozwoliła na zaobserwowanie istotnych zależności dla tłuszczu i białka (tabela 29). Najwyższym udziałem (4,45%) tłuszczu cechowały się wyroby z heterozygot, natomiast najniższym (3,43%) z homozygot AA. Z kolei najwięcej białka (26,92%) było w szynce wykonanej z surowca osobników o genotypie *GH* AA, za to najmniej (24,16%) w wyrobach z tuczników heterozygot. Wykazane wartości różniły się statystycznie istotnie przy poziomie  $P \leq 0,05$ .

W tabelach 30 i 31 przedstawiono udział składników chemicznych i wartość energetyczną wyprodukowanych wędzonek w odniesieniu do genotypów genu miogeniny. W tym przypadku istotne asocjacje wykazano jedynie dla zawartości tłuszczu w szynce. Udział tego składnika przyjmował skrajne wartości od najmniejszej 3,56% (genotyp AA) do największej 4,50% (genotyp AB), a stwierdzona pomiędzy nimi różnica okazała się statystycznie istotna.

Za wskaźnik sumujący wartość odżywczą wędlin uznaje się ich kaloryczność. W tym aspekcie nie stwierdzono istotnych związków pomiędzy układami alleli w loci *GH* i *MYOG*, jednakże na podstawie przeprowadzonych badań można wskazać pewne zależności. Najwyższą wartością energetyczną polędwicy i szynki charakteryzowały się odpowiednio genotypy: *GH* AB, *MYOG* AB oraz *GH* BB, *MYOG* BB. Natomiast najniższą wartością tego wskaźnika stwierdzono odpowiednio dla genotypów: *GH* AA, *MYOG* AA oraz *GH* AB i *MYOG* AA.

Tabela 28. Skład chemiczny poledwicy wędzonej w zależności od genotypu tuczników w locus *GH*

Genotyp <i>GH</i>		Woda (%)	Tłuszcz (%)	Białko (%)	Kolagen (%)	Wartość energetyczna (kJ/100g)
AA	$\bar{x}$	67,43	2,78 <sup>a</sup>	29,23	0,49	800,85
	SD	3,37	0,22	0,74	0,09	95,21
BB	$\bar{x}$	66,07	3,20 <sup>ab</sup>	29,00	0,59	811,98
	SD	3,30	0,37	0,75	0,10	85,61
AB	$\bar{x}$	64,72	3,63 <sup>b</sup>	28,76	0,60	823,03
	SD	3,24	0,42	0,73	0,11	99,72

a, b – różnice istotne statystycznie przy  $P \leq 0,05$

Tabela 29. Skład chemiczny szynki wędzonej w zależności od genotypu tuczników w locus *GH*

Genotyp <i>GH</i>		Woda (%)	Tłuszcz (%)	Białko (%)	Kolagen (%)	Wartość energetyczna (kJ/100g)
AA	$\bar{x}$	68,04	3,43 <sup>a</sup>	26,92 <sup>a</sup>	0,42	772,14
	SD	3,39	0,31	0,71	0,10	87,68
BB	$\bar{x}$	68,70	4,19 <sup>ab</sup>	25,54 <sup>ab</sup>	0,58	769,31
	SD	4,41	0,35	0,67	0,11	102,16
AB	$\bar{x}$	69,57	4,45 <sup>b</sup>	24,16 <sup>b</sup>	0,64	747,11
	SD	3,98	0,40	0,64	0,12	95,48

a, b – różnice istotne statystycznie przy  $P \leq 0,05$

Tabela 30. Skład chemiczny poledwicy wędzonej w zależności od genotypu tuczników w locus *MYOG*

Genotyp <i>MYOG</i>		Woda (%)	Tłuszcz (%)	Białko (%)	Kolagen (%)	Wartość energetyczna (kJ/100g)
AA	$\bar{x}$	66,58	3,03	29,38	0,64	814,22
	SD	3,52	0,37	0,89	0,12	79,84
BB	$\bar{x}$	66,22	3,35	29,14	0,74	821,19
	SD	3,45	0,52	0,88	0,14	80,27
AB	$\bar{x}$	65,87	3,51	28,91	0,85	822,31
	SD	3,39	0,67	0,88	0,15	86,99

Tabela 31. Skład chemiczny szynki wędzonej w zależności od genotypu tuczników w locus *MYOG*

Genotyp <i>MYOG</i>		Woda (%)	Tłuszcz (%)	Białko (%)	Kolagen (%)	Wartość energetyczna (kJ/100g)
AA	$\bar{x}$	67,99	3,56 <sup>a</sup>	27,07	0,67	781,10
	SD	3,54	0,76	0,86	0,11	88,79
BB	$\bar{x}$	68,35	4,34 <sup>ab</sup>	25,69	0,73	778,84
	SD	3,56	0,30	0,82	0,13	95,56
AB	$\bar{x}$	68,72	4,50 <sup>b</sup>	25,21	0,89	774,23
	SD	3,58	0,55	0,79	0,16	91,45

a, b – różnice istotne statystycznie przy  $P \leq 0,05$

## 5.7. Ocena organoleptyczna produktu

W tabelach 32-37 zamieszczono wyniki przeprowadzonej oceny konsumenckiej wyrobów wykonanych w ramach doświadczenia. W odniesieniu do polędwicy (tabela 32) oceniający generalnie wyżej punktowali wyrób wytworzony z tuczników mieszańców z udziałem krajowych ras wbp i pbz. Szczególnie dotyczyło to wyglądu zewnętrznego, konsystencji i soczystości, a w konsekwencji oceny ogólnej. Analogiczną tendencję stwierdzono w przypadku szynki (tabela 33). Ta wędlina wyprodukowana z surowca pozyskanego z tuczników grupy A w porównaniu do grupy B cechowała się wyraźnie wyższą punktacją takich parametrów jak: konsystencja, smak i ocena ogólna.

Tabela 32. Ocena konsumencka polędwicy wędzonej w zależności od grupy tuczników

Grupa tuczników		Wygląd zewnętrzny (pkt.)	Barwa (pkt.)	Zapach (pkt.)	Konsystencja (pkt.)	Smak (pkt.)	Soczystość (pkt.)	Ogólna ocena (pkt.)
A	$\bar{x}$	4,79	4,58	4,75	4,78	4,85	4,88	4,81
	SD	0,54	0,51	0,43	0,42	0,44	0,68	0,34
B	$\bar{x}$	4,58	4,63	4,63	4,35	4,74	4,53	4,64
	SD	0,41	0,65	0,59	0,64	0,35	0,54	0,48

Tabela 33. Ocena konsumencka szynki wędzonej w zależności od grupy tuczników

Grupa tuczników		Wygląd zewnętrzny (pkt.)	Barwa (pkt.)	Zapach (pkt.)	Konsystencja (pkt.)	Smak (pkt.)	Soczystość (pkt.)	Ogólna ocena (pkt.)
A	$\bar{x}$	4,71	4,65	4,80	4,74	4,74	4,63	4,78
	SD	0,61	0,68	0,37	0,72	0,61	0,51	0,58
B	$\bar{x}$	4,62	4,57	4,76	4,31	4,53	4,56	4,62
	SD	0,45	0,52	0,42	0,38	0,51	0,44	0,62

Jak wynika z danych zawartych w tabelach 34-37 zanotowano szereg istotnych zależności pomiędzy genotypami a wartością ocenianych parametrów organoleptycznych. Najwyższe noty uzyskała polędwica z tuczników odpowiednio o genotypie *GH* AB oraz *GH* BB ( $P \leq 0,05$ ) (tabela 34).

Tabela 34. Ocena konsumencka polędwicy wędzonej w zależności od genotypu tuczników w locus *GH*

Genotyp <i>GH</i>		Wygląd zewnętrzny (pkt.)	Barwa (pkt.)	Zapach (pkt.)	Konsystencja (pkt.)	Smak (pkt.)	Soczystość (pkt.)	Ogólna ocena (pkt.)
AA	$\bar{x}$	4,71 <sup>ab</sup>	4,79	4,64	4,32	4,79	4,64 <sup>ab</sup>	4,79
	SD	0,51	0,44	0,32	0,54	0,52	0,56	0,65
BB	$\bar{x}$	4,46 <sup>a</sup>	4,56	4,80	4,52	4,81	4,86 <sup>a</sup>	4,65
	SD	0,44	0,35	0,41	0,45	0,41	0,64	0,57
AB	$\bar{x}$	4,87 <sup>b</sup>	4,70	4,69	4,69	4,75	4,42 <sup>b</sup>	4,68
	SD	0,41	0,42	0,32	0,44	0,57	0,59	0,59

a, b – różnice istotne statystycznie przy  $P \leq 0,05$



W przypadku szynki wędzonej istotne oddziaływanie polimorfizmu wykazano dla wyglądu zewnętrznego, zapachu, konsystencji i soczystości (tabela 35). Najwyższą punktację dotyczącą tych parametrów stwierdzono odpowiednio dla genotypów: BB, BB, AB, AB, a liczba punktów była zbliżona do 4,80.

Tabela 35. Ocena konsumencka szynki wędzonej w zależności od genotypu tuczników w locus *GH*

Genotyp <i>GH</i>		Wygląd zewnętrzny (pkt.)	Barwa (pkt.)	Zapach (pkt.)	Konsystencja (pkt.)	Smak (pkt.)	Soczystość (pkt.)	Ogólna ocena (pkt.)
AA	$\bar{x}$	4,71 <sup>ab</sup>	4,59	4,39 <sup>a</sup>	4,49 <sup>ab</sup>	4,70	4,28 <sup>a</sup>	4,64
	SD	0,45	0,23	0,55	0,32	0,31	0,44	0,53
BB	$\bar{x}$	4,88 <sup>a</sup>	4,62	4,85 <sup>b</sup>	4,13 <sup>a</sup>	4,53	4,73 <sup>ab</sup>	4,88
	SD	0,39	0,23	0,41	0,36	0,32	0,41	0,51
AB	$\bar{x}$	4,39 <sup>b</sup>	4,42	4,58 <sup>ab</sup>	4,69 <sup>b</sup>	4,69	4,81 <sup>b</sup>	4,74
	SD	0,43	0,36	0,46	0,53	0,61	0,31	0,64

a, b – różnice istotne statystycznie przy  $P \leq 0,05$

Tabela 36. Ocena konsumencka polędwicy wędzonej w zależności od genotypu tuczników w locus *MYOG*

Genotyp <i>MYOG</i>		Wygląd zewnętrzny (pkt.)	Barwa (pkt.)	Zapach (pkt.)	Konsystencja (pkt.)	Smak (pkt.)	Soczystość (pkt.)	Ogólna ocena (pkt.)
AA	$\bar{x}$	4,71	4,62	4,74	4,58	4,88	4,54	4,78
	SD	0,48	0,45	0,60	0,46	0,49	0,35	0,33
BB	$\bar{x}$	4,69	4,64	4,83	4,65	4,68	4,85	4,87
	SD	0,45	0,39	0,56	0,54	0,52	0,32	0,38
AB	$\bar{x}$	4,65	4,59	4,72	4,51	4,59	4,66	4,52
	SD	0,54	0,36	0,53	0,58	0,57	0,43	0,36

Natomiast wyniki oceny organoleptycznej wędlin wykazywały zależność od polimorfizmu w locus *MYOG* jedynie w odniesieniu do szynki. Dotyczyło to trzech cech, tj. barwy, konsystencji i smaku (tabela 37).

Tabela 37. Ocena konsumencka szynki wędzonej w zależności od genotypu tuczników w locus *MYOG*

Genotyp <i>MYOG</i>		Wygląd zewnętrzny (pkt.)	Barwa (pkt.)	Zapach (pkt.)	Konsystencja (pkt.)	Smak (pkt.)	Soczystość (pkt.)	Ogólna ocena (pkt.)
AA	$\bar{x}$	4,61	4,32 <sup>a</sup>	4,84	4,87 <sup>a</sup>	4,84 <sup>a</sup>	4,69	4,87
	SD	0,53	0,65	0,41	0,61	0,31	0,46	0,38
BB	$\bar{x}$	4,72	4,80 <sup>b</sup>	4,86	4,55 <sup>ab</sup>	4,59 <sup>ab</sup>	4,48	4,58
	SD	0,51	0,67	0,31	0,46	0,55	0,55	0,53
AB	$\bar{x}$	4,65	4,78 <sup>b</sup>	4,53	4,38 <sup>a</sup>	4,32 <sup>b</sup>	4,35	4,54
	SD	0,44	0,42	0,53	0,64	0,55	0,45	0,47

a, b – różnice istotne statystycznie przy  $P \leq 0,05$

## 6. Stwierdzenia i wnioski

1. W aspekcie technologicznym i konsumpcyjnym generalnie wyższą jakością charakteryzowały się tusze mieszańców z udziałem krajowych ras: wielkiej białej polskiej i polskiej białej zwislouchej.
2. Analiza asocjacji polimorfizmu genów *GH* oraz *MYOG* z parametrami otłuszczenia oraz umięśnienia tuszy wykazała, że najgrubszą słoniną cechowały się osobniki heterozygotyczne, natomiast tuczniki o genotypie AA wykazywały największe „oko” połędwicy i najwyższą zawartość tkanki mięśniowej.
3. Zaobserwowano, że wraz ze wzrostem mięsności tuszy o 1% wzrosła jej wartość handlowa, w przypadku tuczników mieszańców z udziałem ras krajowych wbp i pbz o 6,54 zł, natomiast w grupie z udziałem ras duńskich o 2,66 zł. Udział pięciu wyrębów w tuszach grupy A stanowił od 80,61% do 81,44% wartości tuszy. Natomiast w grupie B od 77,35% do 79,44%.
4. Stwierdzono wyższą zawartość głównych składników chemicznych, tj. białka i tłuszczu w schabie i szynce mieszańców z udziałem krajowych ras wbp i pbz, co miało swoje bezpośrednie przełożenie na wyższą wartość energetyczną tych elementów.
5. Zanotowano istotne asocjacje pomiędzy polimorfizmem w locus *GH* a udziałem tłuszczu w schabie i szynce. Najwięcej tłuszczu znajdowało się w schabie tuczników heterozygotycznych, a w szynce u tuczników *GH* AA. Wyręby te, pozyskane z tusz tuczników o wymienionych genotypach cechowały się również najwyższą wartością energetyczną. Spośród analizowanych składników chemicznych wykazano istotne oddziaływanie genotypu w locus *MYOG* na zawartość tłuszczu w schabie. Największy udział tego składnika był charakterystyczny dla genotypu BB. Jednocześnie schab tuczników homozygot BB okazał się najbardziej kaloryczny.
6. W odniesieniu do wartości odżywczej połędwicy wędzonej i szynki wędzonej zanotowano, że wędliny te wyprodukowane z mięsa tuczników mieszańców ras: wbp, pbz, Duroc, Pietrain charakteryzowały się wyższą zawartością białka, tłuszczu oraz kalorycznością w odniesieniu do tuczników mieszańców z udziałem ras duńskich.
7. Wykazano istotne asocjacje pomiędzy polimorfizmem genów *GH* i *MYOG* a zawartością białka i tłuszczu w wędlinach. Dotyczyły one genotypu *GH* AB, który kształtował najwyższą zawartość tłuszczu w połędwicy i szynce oraz genotypu *GH* AA, określającego najwyższy udział białka w szynce. W przypadku genu *MYOG* istotne zależności wykazano dla zawartości tłuszczu w szynce, gdzie najczęściej tego składnika zanotowano w odniesieniu do heterozygot.
8. Na podstawie analizy konsumenckiej połędwicy i szynki stwierdzono, że oceniający wyżej punktowali wędliny wytworzone z surowca rzeźnego pozyskanego z tuczników mieszańców z udziałem krajowych ras wielkiej białej polskiej i polskiej białej zwislouchej. W tym aspekcie szczególnie doceniano konsystencję, soczystość i smak produktów wieprzowych.

## 7. Literatura

- Blicharski T., Książek P., Pospiech E., Migdał W., Józwiak A., Poławska E., Lisiak D. (2015). Aktualna wartość dietetyczna wieprzowiny, jej znaczenie w diecie i wpływ na zdrowie konsumentów. Opracowanie wyników badań laboratoryjnych. Praca zbiorowa, Polski Związek Hodowców i Producentów Trzody Chlewnej „POL SUS”, Warszawa.
- Bocian M., Jankowiak H., Kapelański W., Fryca M. (2015). Efekty tuczu i wartość poubojowa tusz świń rasy wielkiej białej polskiej i mieszańców towarowych utrzymywanych w gospodarstwie tradycyjnym w woj. kujawsko-pomorskim. *Roczniki Naukowe PTZ*, 11(2), 37-45.
- Cebulska A. (2015) Jakość mięsa świń polskich ras rodzimych i mieszańców wysokoprodukcyjnych oraz jego przydatność do pozyskiwania żywności o właściwościach funkcjonalnych. Rozprawa doktorska, Bydgoszcz.
- Cebulska A., Jankowiak H., Zmudzinska A., Kapelański W. (2010). Porównanie jakości tusz i mięsa świń mieszańców F1 (wbp x pbz) x pbz oraz F1 (wbp x pbz) x Duroc. *Roczniki Naukowe PTZ*, 6(2), 115-121.
- Choi Jung-Seok, Lee Hyun-Jin, Jin Sang-Keun, Choi Yang-II, Lee Jae-Joon (2014). Comparison of carcass characteristics and meat quality between Duroc and crossbred pigs. *Korean J. Food Sci. Anim. Resour.*, 34(2), 238-244.
- Florowski T., Pisula A., Rola M., Adamczak L. (2007). Wpływ krzyżowania towarowego świń rasy puławskiej z rasami wbp i pbz na jakość kulinarną mięsa. *Rocz. IPMT*, LV(1), 25-34.
- Frajman P., Margeta V., Kralik G. (2008). Candidate genes for slaughter traits in pigs. *Krmiva* 50, Zagreb, 5, 267-273.
- Grześkowiak E., Borzuta K., Lisiak D., Janiszewski P., Strzelecki J. (2010). Przydatność kulinarna mięsa świń ras białych oraz mieszańców z udziałem knurów ras Duroc i Pietrain. *Nauka Przyroda Technologie*, 4(5), 1-11.
- Knorr C., Moser G., Muller E., Gelderman H. (1997). Associations of GH gene variants with performance traits in F2 generations of European wildboar, Pietrain and Meishan pigs. *Anim. Genet.*, 28, 124-128.
- Kurył J., Kapelański W., Pierzchała M., Bocian M., Grajewska S. (2003). A relationship between genotypes at the GH and LEP loci and carcass meat and fat deposition in pigs. *Anim. Sci. Pap. Rep.* 21(1), 15-26.
- Moskal M., Michalska G. (2017). Preferencje konsumentów związane z zakupem i spożywaniem mięsa. *Wiad. Zoot.*, LV(4), 10-21.
- Putnova L., Krenkova L., Vrotkova I., Dvorak J., Pietruszka A., Czarnecki R., (2001). Association of the DdeI growth hormone gene polymorphism with some performance traits in Polish Large White and Czech Large White x Polish Large White pigs. *J. Appl. Genet.* 42, 317-324.
- Sieczkowska H., Zybert A., Antosik K., Koćwin-Podsiadła M., Kamiński S., Wójcik E., Kmieć M. (2007). The effect of interaction between PKM2 and GLUT4 genotypes on pork quality. *Proceeding of 53rd International Congress of Meat Science technology*, Beijing, China, 269-270.